

Fid: September 29, 1998

Darryl Mexic

202-293-7060

1 of 1

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT#6
12578

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1997年 9月29日

出 願 番 号

Application Number:

平成 9年特許願第264481号

出 願 人

Applicant(s):

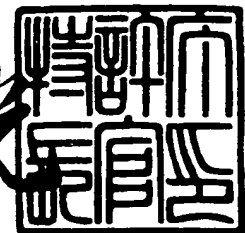
富士写真フイルム株式会社

jc518 U.S. PTO
09/161699
09/29/98CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1998年 4月17日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

荒井寿光



【書類名】 特許願

【整理番号】 P23254J

【提出日】 平成 9年 9月29日

【あて先】 特許庁長官 荒井 寿光 殿

【国際特許分類】 G02F 1/135
G02F 1/03
G03G 5/08
G03B 27/32

【発明の名称】 2次元アクティブマトリクス型光変調素子並びに2次元
アクティブマトリクス型発光素子

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県富士宮市大中里200番地 富士写真フイルム株
式会社内

【氏名】 木村 宏一

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【郵便番号】 250-01

【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼210番地

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代表者】 宗雪 雅幸

【代理人】

【識別番号】 100073184

【郵便番号】 222-00

【住所又は居所】 横浜市港北区新横浜3-18-20 BENEX S-
1 7階

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【電話番号】 045-475-2623

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【郵便番号】 222-00

【住所又は居所】 横浜市港北区新横浜3-18-20 BENEX S
-1 7階

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【電話番号】 045-475-2623

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001631

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 2次元アクティブマトリクス型光変調素子並びに2次元アクティブマトリクス型発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 行と列からなる2次元マトリクス状に配置された複数の画素電極と、

これらの各画素電極との間に光変調層を介して配置された複数の対向電極とからなり、

前記光変調層が、該光変調層に入射した光を、これら両電極間の印加電圧に応じて変調するものである2次元アクティブマトリクス型光変調素子において、

前記画素電極の各々に接続された強誘電体ゲートFETにより構成される駆動回路を備えていることを特徴とする2次元アクティブマトリクス型光変調素子。

【請求項2】 前記駆動回路が、前記強誘電体ゲートFETへのデータを書き込みを行順次で行うものであることを特徴とする請求項1記載の2次元アクティブマトリクス型光変調素子。

【請求項3】 前記駆動回路が、全画素分のデータを書き込んだ後に、前記光変調層を駆動する電圧を、全画素共通に、前記対向電極と前記画素電極との間に印加するものであることを特徴とする請求項1または2記載の2次元アクティブマトリクス型光変調素子。

【請求項4】 前記駆動回路が、前記強誘電体ゲートFETの強誘電体ゲートを一方の分極状態に変化させた後に、データの入力に応じて前記分極状態を他方の分極状態に変化させるか、若しくは前記一方の状態を維持させるように、データの書き込みを行うものであることを特徴とする請求項1から3いずれか1項記載の2次元アクティブマトリクス型光変調素子。

【請求項5】 前記駆動回路が、前記強誘電体ゲートFETのゲート電極で行選択を行い、ソース、ドレイン、サブストレート電極又はバックゲート電極でデータを書き込むものであることを特徴とする請求項1から4いずれか1項記載の2次元アクティブマトリクス型光変調素子。

【請求項6】 前記駆動回路が、2値のスタチック駆動により変調するものであることを特徴とする請求項1から5いずれか1項記載の2次元アクティブマトリクス型光変調素子。

【請求項7】 行と列からなる2次元マトリクス状に配置された複数の画素電極と、

これらの各画素電極との間に発光層を介して配置された複数の対向電極とからなり、

前記発光層が、これら両電極間に流れる電流に応じて発光するものである2次元アクティブマトリクス型発光素子において、

前記画素電極の各々に接続された強誘電体ゲートFETにより構成される駆動回路を備えていることを特徴とする2次元アクティブマトリクス型発光素子。

【請求項8】 前記駆動回路が、前記強誘電体ゲートFETへのデータの書き込みを行順次で行うものであることを特徴とする請求項7記載の2次元アクティブマトリクス型発光素子。

【請求項9】 前記駆動回路が、全画素分のデータを書き込んだ後に、前記発光層を駆動する電流を、全画素共通に、前記対向電極と前記画素電極との間に流すものであることを特徴とする請求項7または8記載の2次元アクティブマトリクス型発光素子。

【請求項10】 前記駆動回路が、前記強誘電体ゲートFETの強誘電体ゲートを一方の分極状態に変化させた後に、データの入力に応じて前記分極状態を他方の分極状態に変化させるか、若しくは前記一方の状態を維持させるように、データの書き込みを行うものであることを特徴とする請求項7から9いずれか1項記載の2次元アクティブマトリクス型発光素子。

【請求項11】 前記駆動回路が、前記強誘電体ゲートFETのゲート電極で行選択を行い、ソース、ドレイン、サブストレート電極又はバックゲート電極でデータを書き込むものであることを特徴とする請求項7から10いずれか1項記載の2次元アクティブマトリクス型発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フラットディスプレイ、ビデオプロジェクター等の表示装置、或いは感光材料への露光装置等に用いられる液晶、DMD（デジタルミラーデバイス）光アドレス型空間光変調素子、並びに、薄膜EL、有機EL、LED、FED（フィールドエミッションディスプレイ）等の2次元アクティブマトリクス型発光素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、上記のフラットディスプレイ等を構成するために、液晶、DMD、薄膜EL、有機EL、LED、FEDなどの2次元マトリクス型の光変調素子や発光素子が用いられている。

【0003】

この2次元マトリクス型光変調素子の基本的な構成は、行と列からなる2次元マトリクス状に配置された複数の画素電極と、これらの画素電極との間に間隙を置いて配置された対向電極と、入射した光を、これら両電極間の印加電圧に応じて変調する光変調層とを備えている。この光変調素子は、基板上にマトリクス状に形成された半導体の画素回路により画像データの書き込みと各種光機能素子の駆動を画素毎に独立に行うアクティブマトリクス型が有効な方式である（この種の光変調素子を特に「2次元アクティブマトリクス型光変調素子」と称す。）。

【0004】

また、2次元マトリクス型発光素子は、上述の光変調素子における光変調層を、両電極間に流れる電流に応じて発光する発光層に置き換えたものである。

【0005】

以下、2次元マトリクス型光変調素子について詳しく説明する。

【0006】

図1は、強誘電性液晶を光変調層に用いた、基本的な2次元アクティブマトリクス型光変調素子の1画素の等価回路を示す。ここに示されているように、2次

元アクティブマトリクス型発光素子の画素回路は、画素電極 1 と対向電極 2 との間に両電極間の印加電圧に応じて変調する光変調層 PM が備えられている。対向電極 2 には全画素共通の電圧（共通電極電位） V_{com} が印加され、画素電極 1 には MOS-FET のソース（又はドレイン）が接続され、ドレイン（又はソース）はデータ信号（列選択信号）線に接続され電圧 V_d が印加される。一方、MOS-FET のゲートは行選択信号線に接続され電圧 V_g が印加される。また、画素電極 1 と MOS-FET の接続点には蓄積容量が接続されている。

【0007】

強誘電性液晶などの高速応答 2 次元アクティブマトリクス型光変調素子で感光材料などに高速露光する場合、図 1 に示されるような、MOS-FET（又は MIS-FET）と蓄積容量 C_1 による従来のアクティブ回路では、データ書き込み時に必要な電荷をチャージする時間や、液晶の安定応答を確保する時間が必要なため、データ書き込み時間が長くなってしまう。このため、短時間でデータを書き込むためにはマトリクスのアクティブ回路としてはメモリー回路が使用されるのが一般的である。

【0008】

また、従来の液晶（特に強誘電性液晶などの有限な安定状態をとる液晶）、DMD、薄膜 EL、FED 等の光変調素子または光発光素子は有限な安定状態を有しているか、又は急峻な階調特性を有しているため、連続階調制御が困難である。このため、これらの 2 次元アクティブマトリクス型光変調素子では、時間変調による階調制御が一般的に行われている。

【0009】

具体例としては、図 2 に示すような階調制御が行われる。すなわち、期間 T_w で全画素に 2 値のデータを書き込み、その後書き込まれたデータに従って一定時間表示する。1 フィールド内にこのシーケンスを複数回行い、各々の表示時間を変えることにより多階調表示を行うことができる。この場合、書き込まれたデータは安定に記憶される必要があり、また高速に書き込まれる必要がある。このような目的を達成するために、マトリクスのアクティブ回路としては、一般にメモリー回路が使用されることが多い。

【0010】

図3はメモリー回路で構成されたアクティブ回路を示すものである。このような構成では、アクティブ回路としてメモリー性を有するSRAM回路を使用し、2値のデータを書き込む。書き込み時間はSRAM回路のアクセス時間となり高速の書き込みが可能である。出力 V_{out} は2値の安定した電位であり、共通電極電位 V_{com} との電圧が光変調層PMに印加され、変調することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図3に示すようなSRAM回路では、一般にMOS-FETが6個～8個は必要であり、数十万から百万画素を越えるような高精細な2次元マトリクス of アクティブ回路に使用するには、素子の面積が大きくなりコストが高くなる。また、画素サイズをより小さくしたい場合にもトランジスタの数が多く限界がある。

【0012】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、1画素当たりのトランジスタ数が少ない構成でメモリー機能を有し、また、高速書き込みを可能なしめる2次元アクティブマトリクス型の光変調素子並びに発光素子を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明による2次元アクティブマトリクス型の光変調素子並びに発光素子は、2次元マトリクスのアクティブ回路として、強誘電体ゲートFETを使用し、特に行順次で画像データを高速に書き込む基本構成とアドレッシング方法により、1画素当たり1個（或いは2個）のトランジスタの構成でメモリー機能を有し、高速書き込みを可能とするものである。

【0014】

すなわち、本発明による2次元アクティブマトリクス型光変調素子は、行と列からなる2次元マトリクス状に配置された複数の画素電極と、

これらの各画素電極との間に光変調層を介して配置された複数の対向電極とか

らなり、

前記光変調層が、該光変調層に入射した光を、これら両電極間の印加電圧に応じて変調するものである2次元アクティブマトリクスマトリクス型光変調素子であって、

前記画素電極の各々に接続された強誘電体ゲートFETにより構成された駆動回路を備えていることを特徴とするものである。

【0015】

このような2次元アクティブマトリクスマトリクス型光変調素子においては、前記駆動回路が、前記強誘電体ゲートFETへのデータの書き込みを行順次で行うものであることが好ましい。

【0016】

また、前記駆動回路は、全画素分のデータを書き込んだ後に、前記光変調層を駆動する電圧を、全画素共通に、前記対向電極と前記画素電極との間に印加するもの、或いは、

前記強誘電体ゲートFETの強誘電体ゲートを一方の分極状態に変化させた後に、データの入力に応じて前記分極状態を他方の分極状態に変化させるか、もしくは前記一方の状態を維持させるように、データの書き込みを行うもの、更には、

前記強誘電体ゲートFETのゲート電極で行選択を行い、ソース、ドレイン、サブストレート電極又はバックゲート電極でデータを書込むものであってもよい。

【0017】

さらに、前記駆動回路は、2値のスタチック駆動により変調するものであってもよい。

【0018】

一方、本発明による2次元アクティブマトリクス型発光素子は、行と列からなる2次元マトリクス状に配置された複数の画素電極と、

これらの画素電極との間に発光層を介して配置された複数の対向電極とからなり、

前記発光層が、これら両電極間に流れる電流に応じて発光するものである2次

元アクティブマトリクスマトリクス型発光素子であって、

前記画素電極の各々に接続された強誘電体ゲート F E T により構成された駆動回路を備えていることを特徴とするものである。

【0019】

このような2次元アクティブマトリクスマトリクス型発光素子においては、前記駆動回路は、前記強誘電体ゲート F E T へのデータの書き込みを行順次で行うものであることが好ましい。

【0020】

また、前記駆動回路は、全画素分のデータを書き込んだ後に、前記発光層を駆動する電流を、全画素共通に、前記対向電極と前記画素電極との間に流すもの、或いは、

前記強誘電体ゲート F E T の強誘電体ゲートを一方の分極状態に変化させた後に、データの入力に応じて前記分極状態を他方の分極状態に変化させるか、もしくは前記一方の状態を維持させるように、データの書き込みを行うもの、更には、

前記強誘電体ゲート F E T のゲート電極で行選択を行い、ソース、ドレイン、サブストレート電極又はバックゲート電極でデータを書込むものであってもよい。

【0021】

なお、上記「強誘電体ゲート F E T」とあるのは、従来の M I S - F E T のゲート電極と半導体の間に P Z T (チタンジルコン酸鉛、 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$) 等の強誘電体を形成したトランジスタ (F E T) であり、高速アクセスが可能 ($\sim 100\text{ns}$) で 1 bit 当たり 1 個の F E T で不揮発性 R A M が構成できるものである。この強誘電体ゲート F E T は、ゲート部の構成により幾つかの種類があり、代表的なものでは M F S (金属/強誘電体/半導体) 構造の強誘電体ゲート F E T、M F M I S (金属/強誘電体/金属/絶縁体/半導体) 構造の強誘電体ゲート F E T などが知られている (参考: NAKAJIMA et al. 1995 IEEE Int. Solid-State Circuits Conf., Digest of Technical Papers, pp.68-69(1995))。

【0022】

【発明の効果】

本発明による2次元アクティブマトリクス型の光変調素子並びに発光素子は、2次元マトリクスのアクティブ回路として、メモリー性のある強誘電体ゲートFETを使用して構成したものであり、強誘電体ゲートFET1個がメモリーとして作用し得るものであるから、従来のようにトランジスタを6～8個使用してSRAMを構成していたのに対してトランジスタ数を少なくすることが可能である。また、行順次で画像データを高速に書き込むこともできるから、高速書込みに対応した2次元アクティブマトリクス型の光変調素子並びに発光素子を構成することも可能となる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して、本発明に係る2次元アクティブマトリクス型の光変調素子並びに発光素子の実施の形態について詳細に説明する。

【0024】

最初に図4～図6を参照して、本発明に用いられる強誘電体ゲートFETについて簡単に説明する。

【0025】

図4(A)はnチャネル型-MFMIS構造の強誘電体ゲートFET(nch-MFMIS型FET)の縦断面図である。図示されているように、単結晶の p^- 型シリコン半導体基板10上には、n-MOS-FETが形成されている。n-MOS-FETは夫々 n^+ 型のドレイン領域13並びにソース領域14と、ゲート絶縁膜15、第1導電膜16、強誘電体膜17、第2導電膜18の順に p^- 型シリコン半導体基板10上に積層されたゲート領域で構成されている。なお、ドレイン領域13はドレイン電極13aに、ソース領域14はソース電極14aに、第2導電膜18はゲート電極18aに、 p^- 型シリコン半導体基板10はサブストレート電極10aに夫々接続されており、これら電極には電圧 V_d 、 V_s 、 V_g 、 V_b が夫々印加されるようになっている。図4(B)はこのような構成の強誘電体ゲートFETの回路記号を示す。

【0026】

なお、本発明に用いられる強誘電体ゲートFETとしては、上述のMFMISS構造のものに限らず、MFS構造のものやMFISS構造のもの等も使用することができる。

【0027】

以下、図5および図6を参照して、上述のMFMISS構造の強誘電体ゲートFET（MFMISS型FET）の基本特性について説明する。図5（A）はFETのソース電極に対するゲート電極の電圧（ゲート・ソース間電圧）を V_{gs} とし、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が正のときの強誘電体膜17の分極方向を示し、同図（B）は負のときの強誘電体膜17の分極方向を示す。また、同図（C）は各電極に印加される電圧 V_d , V_s , V_g , V_b を含めた強誘電体ゲートFETの電気的特性を測定する回路を示す。なお、 I_d はドレイン電流を示す。図5（C）の等価回路で示される強誘電体ゲートFETのドレイン電流対ゲート電圧の特性（ I_d - V_{gs} 特性）は図6のようになる。

【0028】

図6から明らかなように、 I_d - V_{gs} 特性はいわゆるヒステリシス特性を有するので、ゲート電圧 V_g を制御することにより、強誘電体膜17の分極方向（極性）を変化させることができる。これにより、FETのゲート電圧の閾値が変化し、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が所定の範囲内であれば V_{gs} の履歴により2つの導通状態を得ることができる。したがって、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が同じであっても、図6のaからa'に移行した場合はドレイン・ソース間が導通状態となり、bからb'に移行した場合は非導通状態となる。この状態は新たに分極状態を変えない限り半永久的に記憶される。すなわち、強誘電体ゲートFETは、ゲート電圧の極性を制御することにより強誘電体の自発分極が反転し、FETの閾値電圧が変化するので、あるゲート電圧範囲では、強誘電体の分極状態でドレイン・ソース間が導通／非導通となり、この状態は半永久的に保持されるという、メモリー性のあるトランジスタとして機能するものである。

【0029】

次に、本発明による強誘電体ゲートFETを1個用いた2次元アクティブマト

リクス型の光変調素子並びに発光素子の２次元マトリクス構成と駆動方法について詳細に説明する。図７は、本発明による２次元アクティブマトリクス型光変調素子のマトリクスの一部の等価回路を示したものである。この図は、２次元マトリクス構成の複数の画素からなる光変調素子の、 m 列および $m+1$ 列、並びに n 行および $n+1$ 行の画素回路を示しており、強誘電体ゲートFET(Tr)と光変調層PM等からなる各画素回路の同じ列のソース電極とサブストレート電極が共に接続され、列単位でデータ信号 $V_b(m)$ または $V_b(m+1)$ が入力され、また、同じ行のゲート電極が共に接続され、行単位で行選択信号 $V_g(n)$ または $V_g(n+1)$ が入力される。各画素の画素電極１は強誘電体ゲートFET(Tr)のドレインに接続され、対向電極２には電圧 V_{com} が印加される。以下、この構成における駆動方法について説明する。

【００３０】

行選択信号を同一行FETのゲート電極に接続し、書き込みのための行選択を行う。また、データ信号を同一列FETのソース電極に接続し、行選択と同期させてFETの導電性を変化（導通／非導通）させるためのデータ（電圧）を印加する。これによりデータ書き込みが行われる。

【００３１】

但し、この時、非選択行のFETの導通状態を変化させない（維持させる）ように、各々の行選択信号、データ信号の電圧を印加する必要がある。

【００３２】

ここで、ONが書き込まれると、FETの強誘電体層の分極状態は図５（Ａ）に示す状態となり、所定の電極条件でFETは導通状態となり、ドレイン電極電圧 V_d はソース電極電圧 V_s に略等しくなる。一方、OFFが書き込まれると、強誘電体の分極状態は図５（Ｂ）に示す状態となり、所定の電極条件でFETは非導通状態となる。

【００３３】

次に、行順次にデータを書き込み、全FETにデータを書き込んだ後、ソース電極電圧 V_d と、共通電極電位 V_{com} として光変調層PMを駆動するのに十分な電圧を印加する。電圧 $V_s - V_{com}$ を V_{op} とすると、ONのFETに接続された光変調層の

電圧 $V_{mod}(ON)$ は、略 V_{op} となり、光変調層PMは変調状態となる。一方、OFFのトランジスタに接続された光変調層PMの電圧 $V_{mod}(OFF)$ は、略ゼロとなり、光変調層PMは非変調状態となる。これは、光変調層PMの容量 C_{mod} 、ソース電極の寄生容量 C_s とした場合、 $C_{mod} \gg C_s$ であれば、 $V_{mod}(OFF)$ ゼロとなるからである。

【0034】

次に、図8～図12および表1を参照して、より具体的に説明する。

【0035】

最初に、OFFの分極状態にする。この時の V_{gs} を $V_{gs}(off)$ 、ON状態からOFF状態に変化させるために必要なソースゲート間電圧 V_{gs} （すなわち、OFF飽和電圧）を $V_s(H)$ とすると、

$$V_{gs}(off) \leq V_s(H)$$

のとき、以前の状態に拘わらず、分極状態は必ずOFFとなる（図8参照）。

【0036】

次に、行順次で選択を行い、データを書き込む。選択された行の画素の場合であって、データ線がONの場合、分極状態をONにする。この時の V_{gs} を $V_{gs}(s-on)$ 、OFF状態からON状態に変化させるために必要なソースゲート間電圧 V_{gs} （すなわち、ON飽和電圧）を $V_s(L)$ とすると、

$$V_{gs}(s-on) \geq V_s(L)$$

のとき、以前の状態に拘わらず、分極状態は必ずONとなる（図9参照）。

【0037】

また、選択された行の画素の場合であって、データ線がOFFの場合、分極状態をOFF状態に維持する。この時の V_{gs} を $V_{gs}(s-off)$ 、OFF状態がON状態に向かって変化する直前のソースゲート間電圧 V_{gs} （すなわち、ON閾値電圧）を $V_{th}(L)$ とすると、

$$V_{gs}(s-off) \leq V_{th}(L)$$

のとき、以前のOFF状態を維持する（図10参照）。

【0038】

一方、非選択（選択されていない）行の画素の場合であって、データ線がONの場合、分極状態を維持する。この時の V_{gs} を $V_{gs}(ns-on)$ 、ON状態がOFF

状態に向かって変化する直前のソースゲート間電圧 V_{gs} (すなわち、OFF 閾値電圧) を $V_{th(H)}$ とすると、

$$V_{th(H)} \leq V_{gs(ns-on)} \leq V_{th(L)}$$

のとき、以前の状態に拘わらず、分極状態は以前の状態を維持する (図11参照)

。

【0039】

また、非選択行の画素の場合であって、データ線がOFFの場合、分極状態を維持する。この時の V_{gs} を $V_{gs(ns-off)}$ とすると、

$$V_{th(H)} \leq V_{gs(ns-off)} \leq V_{th(L)}$$

のとき、以前の状態に拘わらず、分極状態は以前の状態を維持する (図12参照)

。

【0040】

行選択信号電圧 V_g と、データ信号電圧 V_b の組み合わせ、およびそれらの合成電圧 $V_{gs} (=V_g - V_b)$ との関係を表1に示す。

【0041】

【表1】

		データ信号電圧 V_b	
		ON	OFF
		$V_b(\text{on})$ 0 →	$V_b(\text{off})$ 0 →
行選択信号電圧 V_g	OFF番込み (リセット) $V_g(r)$ 0 →	$V_{gs(r-on)} \leq V_s(H)$ $V_s(L)$ ——— 0 → $V_s(H)$ ———	$V_{gs(r-off)} \leq V_s(H)$ ————— 0 → $V_s(H)$ ———
	選択 $V_g(s)$ 0 →	$V_{gs(s-on)} \geq V_s(L)$ $V_s(L)$ ——— 0 → —————	$V_{gs(s-off)} \leq V_{th(L)}$ $V_{th(L)}$ ——— 0 → —————
	非選択 $V_g(ns)$ 0 →	$V_{gs(ns-on)} \leq V_{th(L)}$ $V_{th(L)}$ ——— 0 → —————	$V_{gs(ns-off)} \geq V_{th(H)}$ ————— $V_{th(H)}$ 0 → —————

【0042】

前記の各電圧の組み合わせと条件より、以下のような関係式が求められる。

【0043】

$$V_{gs(r-on)} = V_g(r) - V_b(\text{on}) \leq V_s(H) \quad (1)$$

$$V_{gs(r-off)} = V_g(r) - V_b(\text{off}) \leq V_s(H) \quad (2)$$

$$V_{gs(s-on)} = V_g(s) - V_b(\text{on}) \geq V_s(L) \quad (3)$$

$$V_{gs(s-off)} = V_g(s) - V_b(\text{off}) \leq V_{th(L)} \quad (4)$$

$$V_{gs(ns-on)} = V_g(ns) - V_b(\text{on}) \leq V_{th(L)} \quad (5)$$

$$V_{gs(ns-off)} = V_g(ns) - V_b(\text{off}) \geq V_{th(H)} \quad (6)$$

ここで、 $V_b(\text{off}) - V_b(\text{on}) > 0$ とし、 V_g 、 V_b の電圧条件を整理すると、

$$(1), (2) \text{ より } V_g(r) - V_b(\text{on}) \leq V_s(H) \quad (7)$$

$$(3), (4) \text{ より } V_b(\text{off}) - V_b(\text{on}) \geq V_s(L) - V_{th}(L) \quad (8)$$

$$(5), (6) \text{ より } V_b(\text{off}) - V_b(\text{on}) \leq V_{th}(L) - V_{th}(H) \quad (9)$$

$$(3), (5) \text{ より } V_g(s) - V_g(ns) \geq V_s(L) - V_{th}(L) \quad (10)$$

$$(4), (6) \text{ より } V_g(s) - V_g(ns) \leq V_{th}(L) - V_{th}(H) \quad (11)$$

ここで、

$$V_b(\text{off-on}) = V_b(\text{off}) - V_b(\text{on})$$

$$V_g(s-ns) = V_g(s) - V_g(ns)$$

とすると、(8)～(9)より次の条件が求められる。

【0044】

$$V_s(L) - V_{th}(L) \leq V_b(\text{off-on}) \leq V_{th}(L) - V_{th}(H) \quad (12)$$

$$V_s(L) - V_{th}(L) \leq V_g(s-ns) \leq V_{th}(L) - V_{th}(H) \quad (13)$$

以上の条件をまとめると、次の条件で、行順次のデータ書き込みが可能となる。

【0045】

(a) OFF書き込み（リセット）のためには、

$$V_g(r) - V_b(\text{on}) \leq V_s(H)$$

(b) 行順次のデータ書き込みのためには、

$$V_s(L) - V_{th}(L) \leq V_b(\text{off-on}) \leq V_{th}(L) - V_{th}(H)$$

$$V_s(L) - V_{th}(L) \leq V_g(s-ns) \leq V_{th}(L) - V_{th}(H)$$

次に、図13および図14を参照して、データ書き込み方法について説明する。図13に示されるような、2行×2列のマトリクス回路において、次のデータを書き込むものとする。

【0046】

$$\text{Tr}(1,1) \rightarrow \text{ON} \quad \text{Tr}(1,2) \rightarrow \text{OFF}$$

$$\text{Tr}(2,1) \rightarrow \text{OFF} \quad \text{Tr}(2,2) \rightarrow \text{ON}$$

図13に示される構成において、図14に示すような電圧波形となるように所定の電圧を夫々のFET（Tr(1,1)～Tr(2,2)）に印加すると、各FETに所望のデータが行順次で書き込まれ、FETの分極状態はメモリーされる。

【0047】

したがって、図14に示すような波形を各電極に印加すれば全画素に高速データ書き込みが可能となる。例えば、1000行のマトリクスに1行当たり1 μ sでデータを書き込んだ場合、全画素には1msでデータ書き込みが完了する。

【0048】

前述のように、強誘電体ゲートFETのゲート分極状態を変えた後、 V_{gs} の電圧範囲が図6の $V_{gs}(L) \sim V_{gs}(H)$ であれば、書き込まれたデータに従って導通／非導通のスイッチ動作が可能となる。図15は強誘電体ゲートFETのスイッチ動作を説明する等価回路図を表したものであり、同図（B）は同図（A）のFETがON状態を示し、同図（B）はFETがOFF状態を示す。

【0049】

ここで、 $V_b(op)$ を V_{com} に対して所定の電位とした場合、全画素共通に V_b には $V_b(op)$ を印加し、 V_g には $V_b(op) + V_{gs}(L) \leq V_g \leq V_b(op) + V_{gs}(H)$ なる条件の電圧を印加すると、 $V_{gs} (= V_g - V_b)$ は必ず $V_{gs}(L) \leq V_g \leq V_{gs}(H)$ の条件を満たし、書き込まれたデータは変化しない。このとき、ON状態のFETに接続された光変調層PMの電圧は略 $V_b(op)$ となり、光変調層PMは変調状態となる。一方、OFF状態のFETに接続された光変調層PMの電圧は略ゼロとなり、光変調層PMは非変調状態となる。

【0050】

図15に示す例では、強誘電体ゲートFETは単純なスイッチ素子として動作するが、光変調層PMを発光層に置き換えて定電流駆動させれば、電流注入型であるLED、有機EL、FED、エレクトロクロミック素子などが駆動できる（図16参照）。すなわち、図16に示すような画素回路とすることにより、2次元アクティブマトリクス型のLED、有機EL、FED、エレクトロクロミック素子を構成することができる。

【0051】

また、 $V_b(on) - V_{com}$ 間に交流電圧 V_{ac} を印加すれば、液晶、薄膜ELなどの電圧駆動が駆動できる（図17参照）。すなわち、図17に示すような画素回路とすることにより、2次元アクティブマトリクス型の液晶および薄膜ELを構成するこ

とができる。

【0052】

上記説明では、強誘電体ゲートFETのサブスレート電極（基板電極）又はバックゲート電極（FETのチャネル領域半導体の電極）をソース電極に接続した2次元アクティブマトリクス型の光変調素子および発光素子について説明したが、本願発明による光変調素子および発光素子は上記説明の構成をとるものに限るものではない。

【0053】

例えば、ソース電極をフローティング状態としても良いし、pチャネル型の強誘電体ゲートFETとすることも可能である。

【0054】

また、データ信号線にサブスレート電極（又はバックゲート電極）を接続し、上記説明と同様なデータ書込みを行っても良い。この場合、データ書込み後はソース電極Vsの電圧により光変調素層PMを駆動するとよい（図18参照）。また、書込み時、ソース電極はフローティング状態としても良い。

【0055】

更に、強誘電体ゲートFETは、結晶半導体基板上に作成されても良く、絶縁基板上に薄膜形成されたものでも良い。

【0056】

上記説明は、マトリクスのアクティブ回路として、強誘電体ゲートFETを1個使用したものについて説明したものであるが、本願発明による光変調素子および発光素子は、強誘電体ゲートFETを複数（最低2個）使用し、2次元アクティブマトリクス型の光変調素子並びに発光素子のアクティブ回路を構成することも可能である。

【0057】

以下、図19～図21を参照して、強誘電体ゲートFETを2個使用した、2次元アクティブマトリクス型光変調素子の構成と駆動方法について説明する。

【0058】

図19は、強誘電体ゲートFETを2個使用した、2次元アクティブマトリクス

型光変調素子のマトリクスの一部の等価回路を示したものである。この例は、2次元マトリクス構成の複数の画素からなる光変調素子の、 m 列および $m+1$ 列、並びに n 行および $n+1$ 行の画素回路を示したものであり、各画素回路は、ドレイン同志が接続された第1および第2の強誘電体ゲートFET (Tr1, Tr2) と光変調層PM等から構成されている。

【0059】

同じ列の第1の強誘電体ゲートFET (Tr1) のソース電極が共に接続され、列単位でデータ信号 $Vb(m)$ または $Vb(m+1)$ が入力され、同じ列の第2の強誘電体ゲートFET (Tr2) のソース電極が共に接続され、列単位でデータ信号 $\neg Vb(m)$ または $\neg Vb(m+1)$ が入力される。また、同じ行の第1の強誘電体ゲートFET (Tr1) のゲート電極が共に接続され、行単位で行選択信号 $Vg(n)$ または $Vg(n+1)$ が入力され、同じ行の第2の強誘電体ゲートFET (Tr2) のゲート電極が共に接続され、行単位で行選択信号 $\neg Vg(n)$ または $\neg Vg(n+1)$ が入力される。各画素の画素電極1は強誘電体ゲートFET (Tr1, Tr2) のドレインに接続され、対向電極2には電圧 $Vcom$ が印加される。以下、この構成における駆動方法について説明する。

【0060】

最初に、データの書込み方法について説明する。まず、行順次で、ON又はOFFのデータを書き込む。

【0061】

次に $Vg(*)$, $\neg Vg(*)$ で行選択を行い ($Vg(*)$, $\neg Vg(*)$ は同一の電圧とする、*は行番号)、更に $Vb(*)$, $\neg Vb(*)$ でデータ書き込みを行う ($Vb(*)$, $\neg Vb(*)$ は相補信号とする、*は列番号)。

【0062】

なお、本構成は図7における強誘電体ゲートFETを2個に置き換えたものであり、より具体的な書込み方法については、「 $Vg(*)$, $\neg Vg(*)$ が同一の電圧」および「 $Vb(*)$, $\neg Vb(*)$ が相補信号」であることを考慮し、上述の図8～図12および表1に準じて考えることができるので、ここではその説明を省略する。

【0063】

図20はデータ書込み時におけるある画素の強誘電体ゲートFETの分極状態を示したものであり、同図(A)はON書込みの状態を示し、同図(B)はOFF書込みの状態を示している。これら図より明らかなように、ON書込みのときは、第1の強誘電体ゲートFET(Tr1)の分極をON状態にし、第1の強誘電体ゲートFET(Tr2)の分極をOFF状態にする。一方、OFF書込みのときは、第1の強誘電体ゲートFET(Tr1)の分極をOFF状態にし、第1の強誘電体ゲートFET(Tr2)の分極をON状態にする。

【0064】

次に、図21を参照して、光変調層PMの駆動方法について説明する。

【0065】

まず、全画素にデータを書き込んだ後、以下のようにして光変調層PMの駆動を行う(図21(A)参照)。なお、下記式においては、行および列のサフィックスは省略して表す。

【0066】

全画素共通にVbに、VhレベルとVlレベルの矩形波電圧を印加する。

【0067】

全画素共通に/Vbに、Vbと逆位相の矩形波電圧を印加する。

【0068】

全画素共通にVcomに、/Vbと同一の矩形波電圧を印加する。

【0069】

更に、

全画素共通にVgには分極状態を維持するための条件

$$\{ Vb + V_{gs}(L) \leq Vg \leq Vb + V_{gs}(H) \} \text{ の電圧を印加する。}$$

【0070】

全画素共通に/Vgには分極状態を維持するための条件

$$\{ /Vb + V_{gs}(L) \leq /Vg \leq /Vb + V_{gs}(H) \} \text{ の電圧を印加する。}$$

【0071】

なお、上記駆動例のVb, /Vb, Vcom, Vg, /Vgの各電圧波形図を図21(A)に

示す。

【0072】

このようにすることにより、各画素のドレイン電圧は図21（B）に示すようなものとなり、各画素の光変調層PMの電圧は図21（C）に示すようなものとなる。

【0073】

このように、強誘電体ゲートFETを2個使用して、2次元アクティブマトリクス型光変調素子を構成することが可能であり、このような構成としても、従来のようなSRAM回路（トランジスタ数が6～8個）を使用するよりはトランジスタ数が少なく、又、SRAM回路と同様に安定なスタチック駆動が可能である。更に、交流駆動が可能であるから、2次元アクティブマトリクス型の液晶および薄膜EL（光変調素子）を構成することができる。なお、交流駆動とした場合には、図21（C）に示すように光変調層PMの電圧が電源に対して約倍の交流駆動電圧となるから、光変調層の必要駆動電圧の約半分の電源で光変調層を駆動することが可能となり、素子サイズやコストを低減できるようになる。

【0074】

なお、光変調層PMを発光層に置き換えることにより、強誘電体ゲートFETを2個使用して、2次元アクティブマトリクス型発光素子を構成することが可能であるのはいうまでもない。

【0075】

また、上記説明のような構成例に限らず、強誘電体ゲートFETを1個使用して構成したものと同様に、種々の変更が可能であるのはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

基本的な2次元アクティブマトリクス型光変調素子の1画素の等価回路図

【図2】

2次元アクティブマトリクス型光変調素子の階調制御の一例を説明する図

【図3】

SRAMを用いたアクティブ回路の例を示す図

【図4】

強誘電体ゲートFETの例を示す図

【図5】

強誘電体ゲートFETの分極方向を説明する図

【図6】

強誘電体ゲートFETの基本特性を説明する図

【図7】

強誘電体ゲートFETを1個用いた、本発明による2次元アクティブマトリクス型光変調素子のマトリクスの一部の等価回路図

【図8】

上記光変調素子の強誘電体ゲートFETがOFFの分極状態を説明する図

【図9】

選択行の画素であってデータ線がONの場合の分極状態を説明する図

【図10】

選択行の画素であってデータ線がOFFの場合の分極状態を説明する図

【図11】

非選択行の画素であってデータ線がONの場合の分極状態を説明する図

【図12】

非選択行の画素であってデータ線がOFFの場合の分極状態を説明する図

【図13】

データ書き込み方法を説明するための、2行×2列のマトリクスの回路図

【図14】

上記マトリクス回路のFETの電圧波形図

【図15】

強誘電体ゲートFETのスイッチ動作を説明する等価回路図

【図16】

図15に示す等価回路において、駆動回路に定電流駆動を備えた構成を示す図

【図17】

図15に示す等価回路において、駆動回路に交流電圧源を備えた構成を示す図

【図18】

データ信号線にサブストレート電極を接続した画素回路の等価回路図

【図19】

強誘電体ゲートFETを2個用いた、本発明による2次元アクティブマトリクス型光変調素子のマトリクスの一部の等価回路図

【図20】

データ書き込み時における上記光変調素子の強誘電体ゲートFETの分極状態を説明する図

【図21】

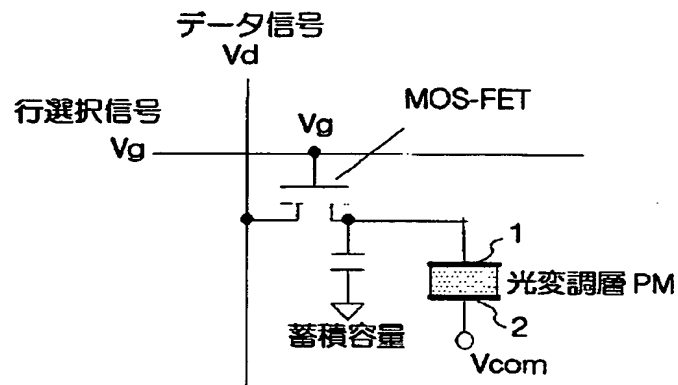
上記光変調素子の光変調層の駆動方法を説明する図

【符号の説明】

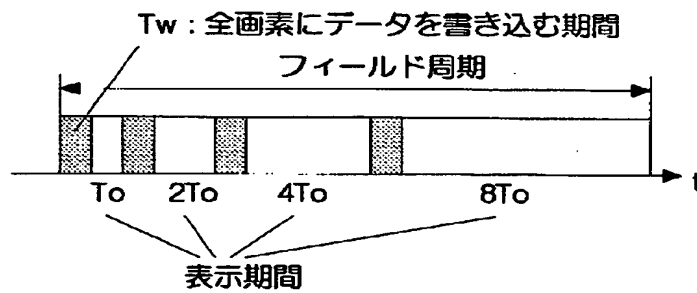
- 1 画素電極
- 2 対向電極
- DR 駆動回路（アクティブ回路）
- Tr 強誘電体ゲートFET
- PM 光変調層

【書類名】 図面

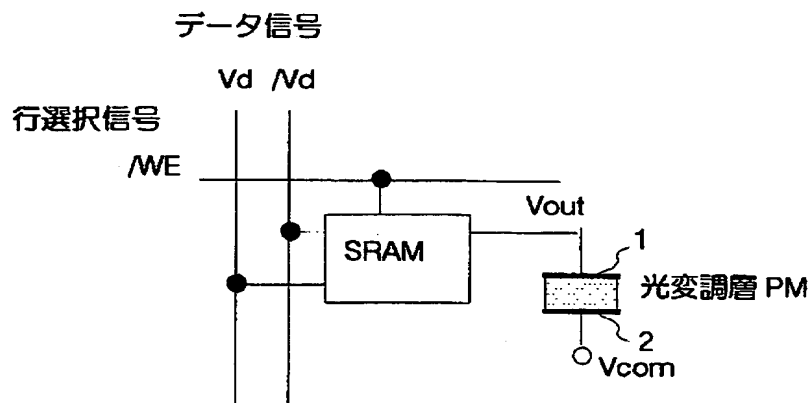
【図1】



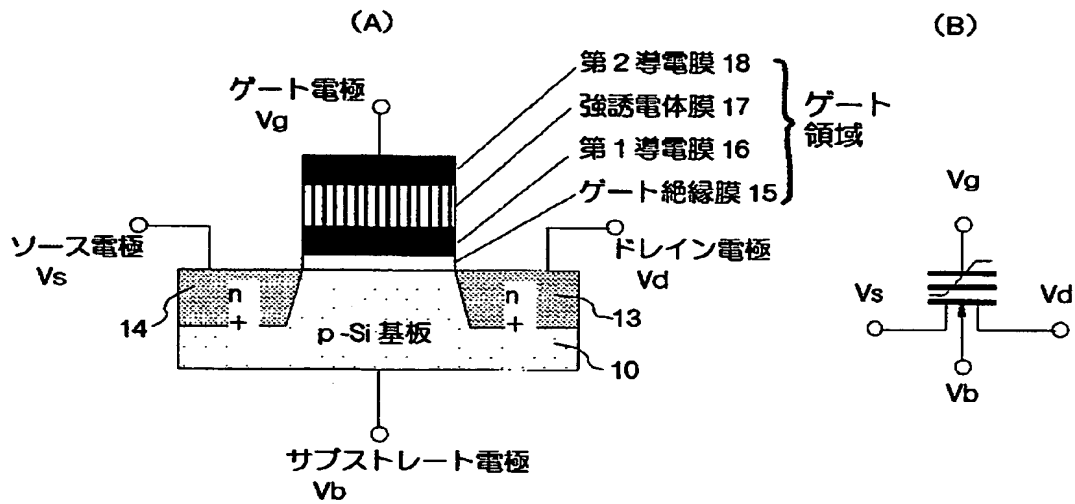
【図2】



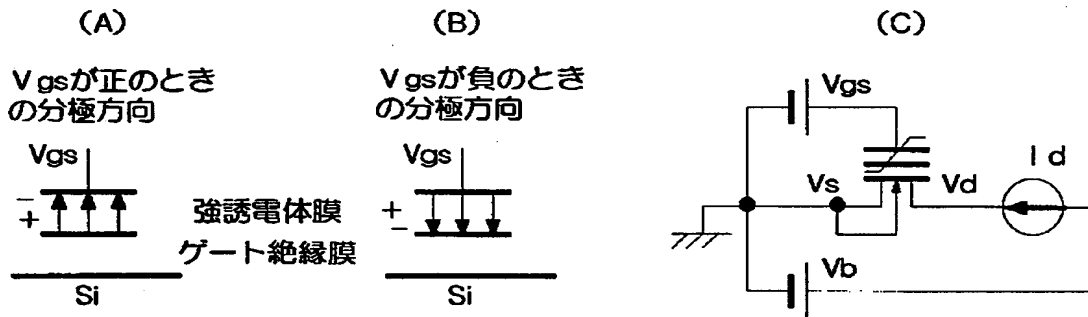
【図3】



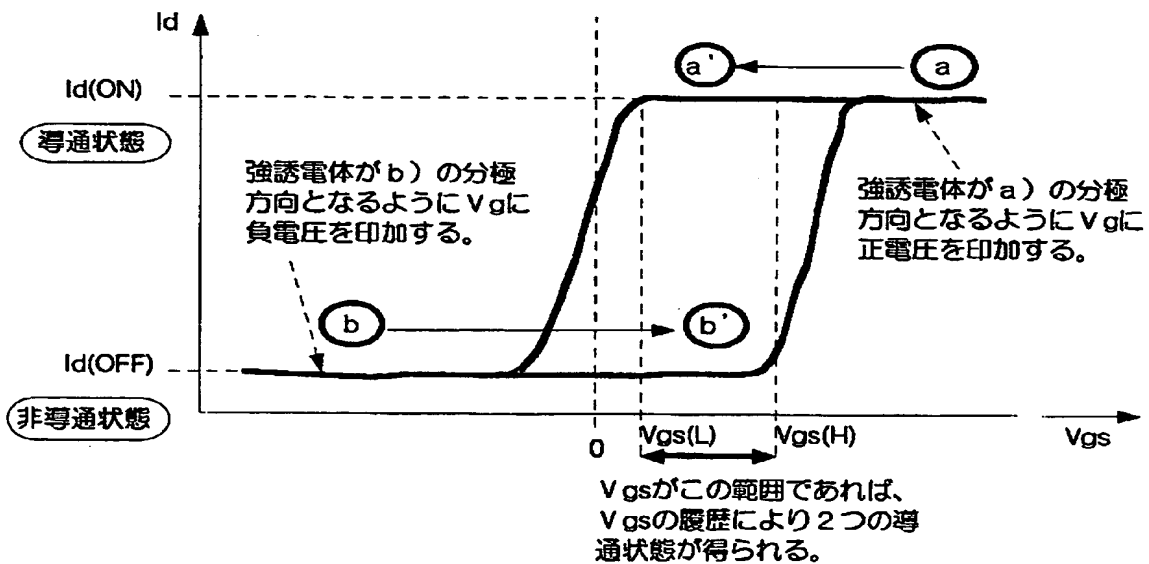
【図4】



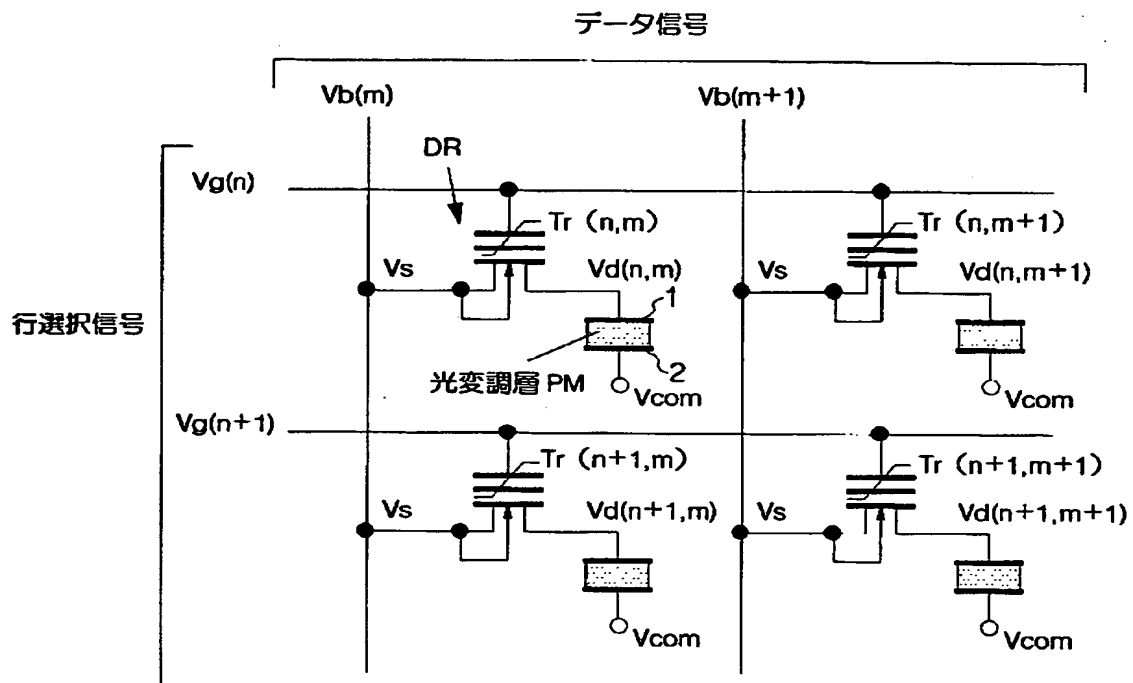
【図5】



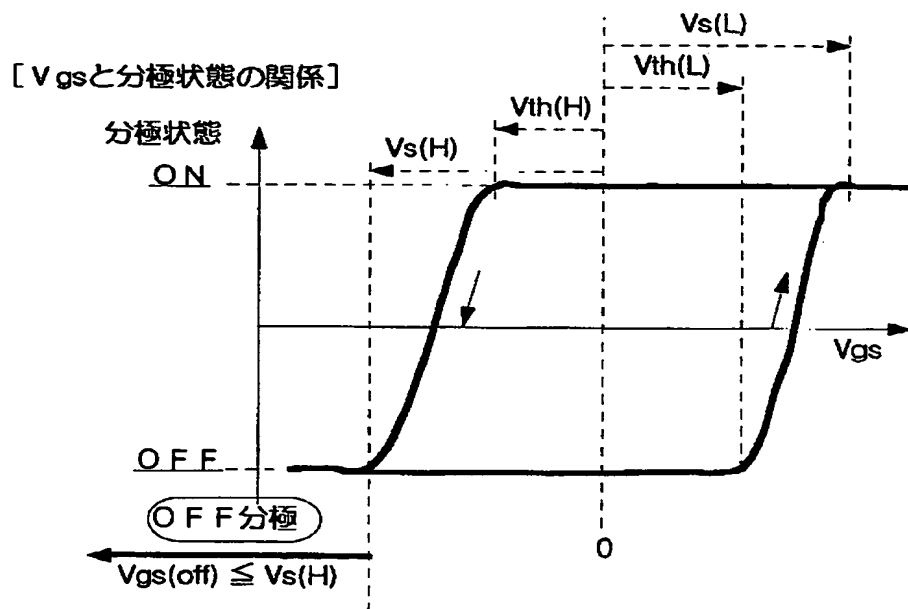
【図6】



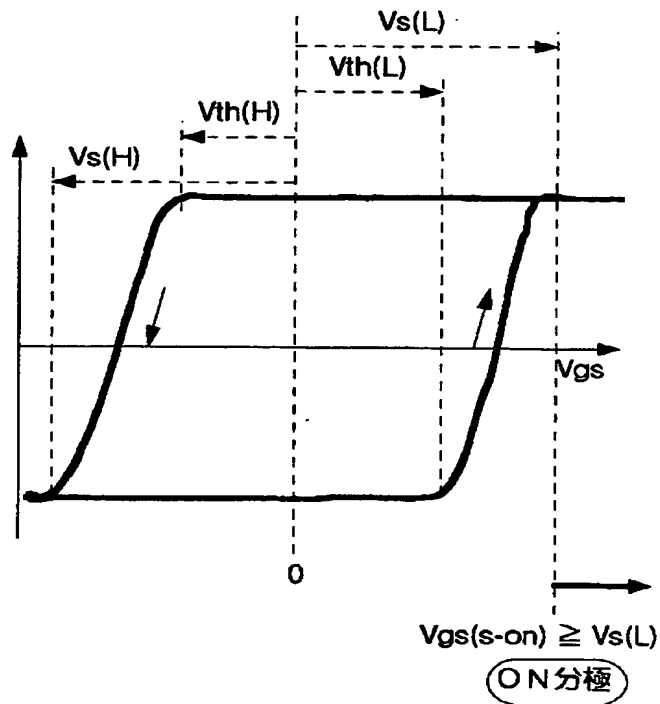
【図7】



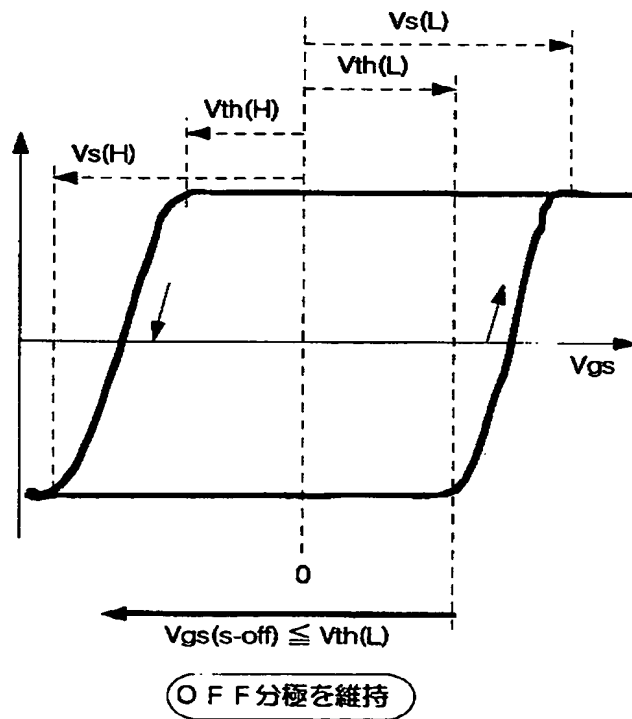
【図8】



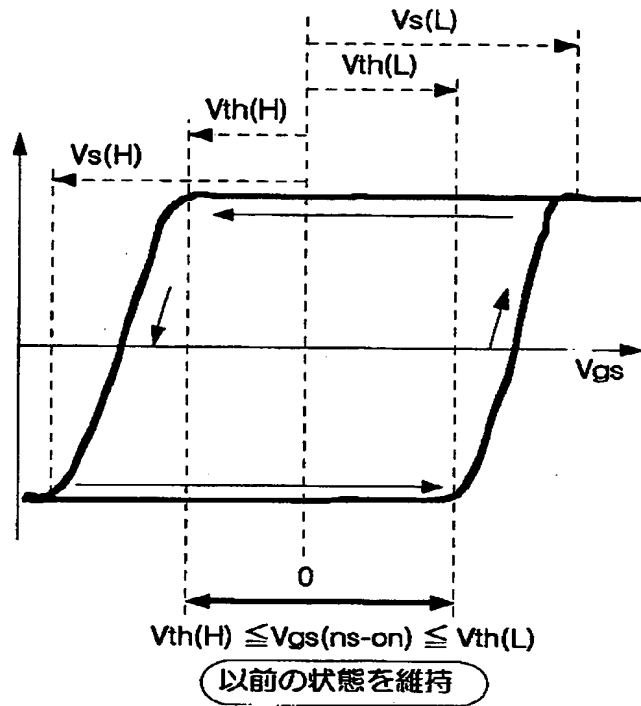
【図9】



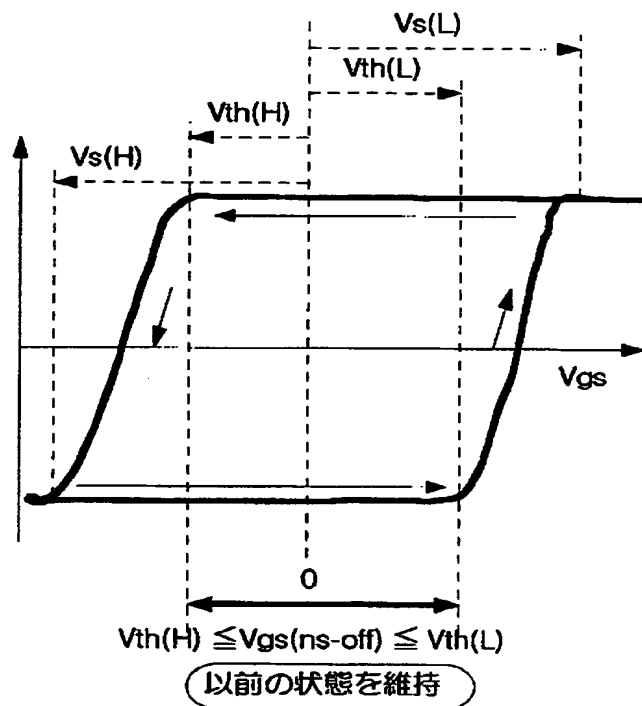
【図10】



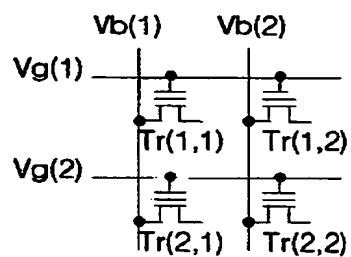
【図11】



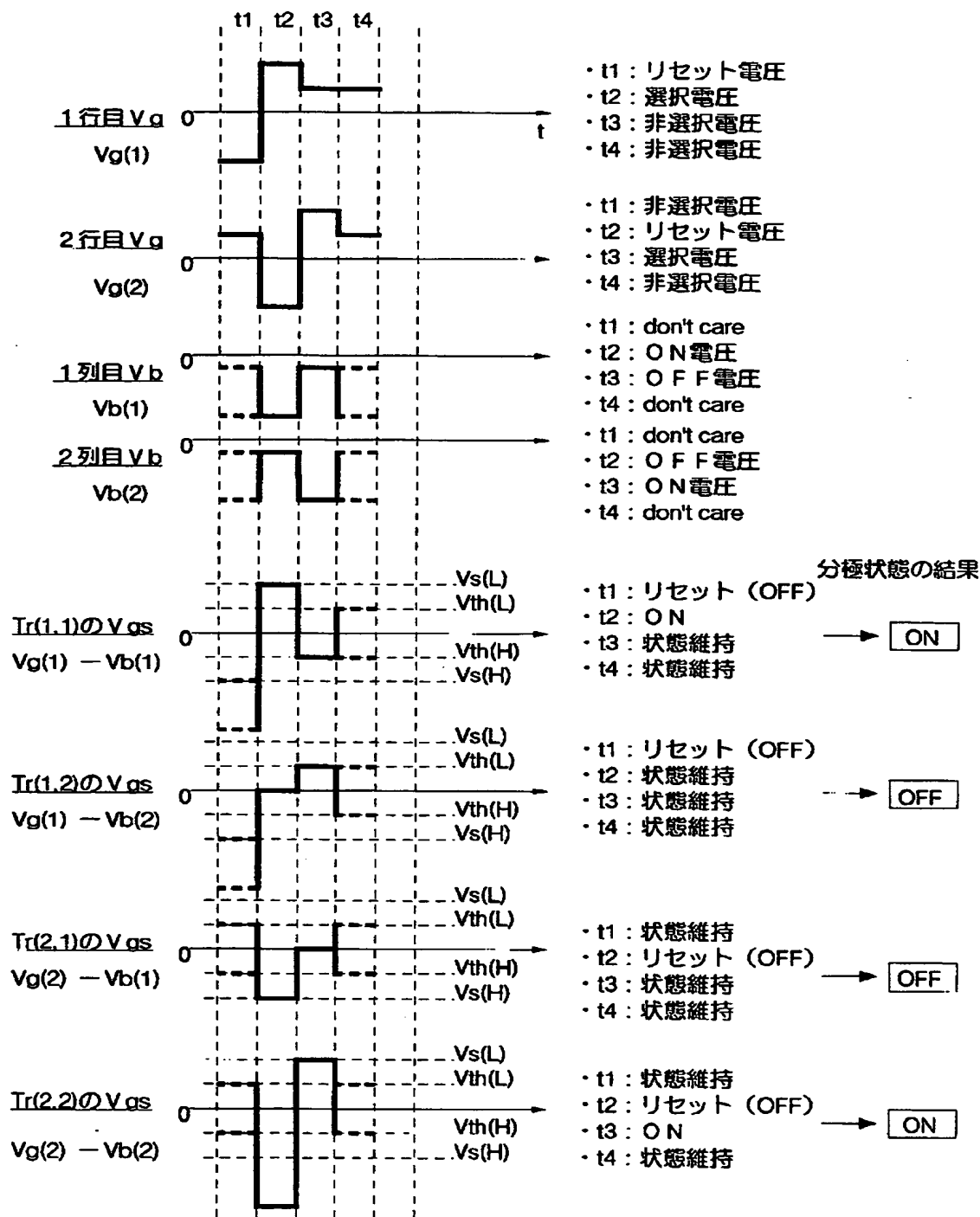
【図12】



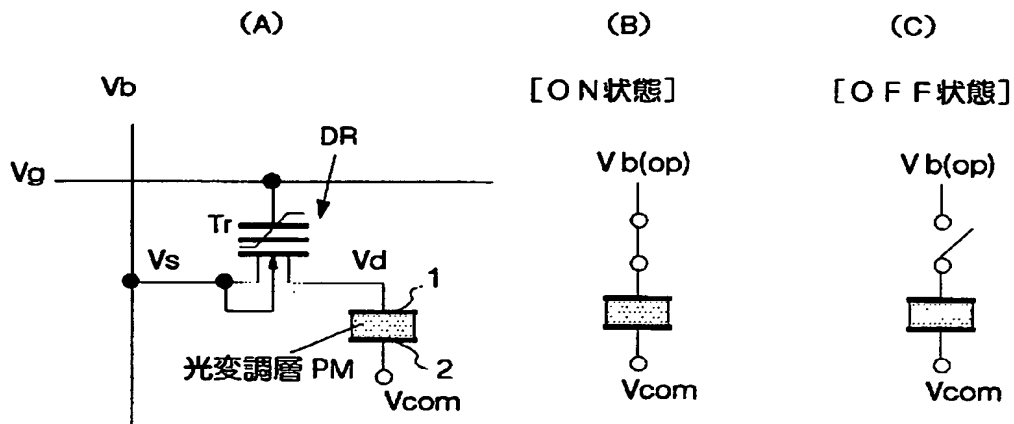
【図13】



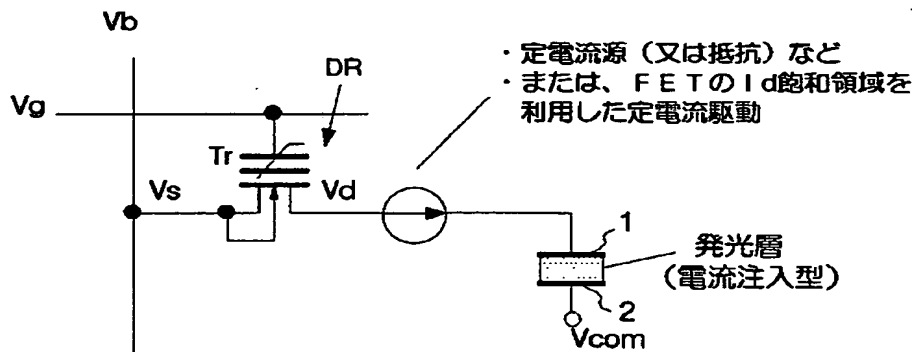
【図14】



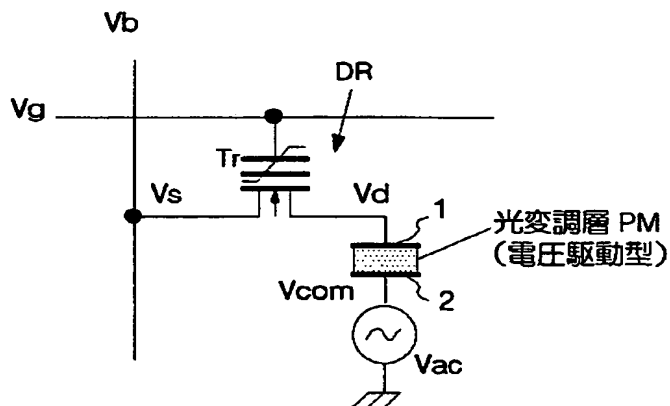
【図15】



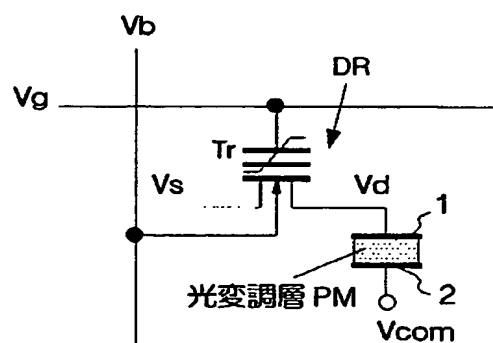
【図16】



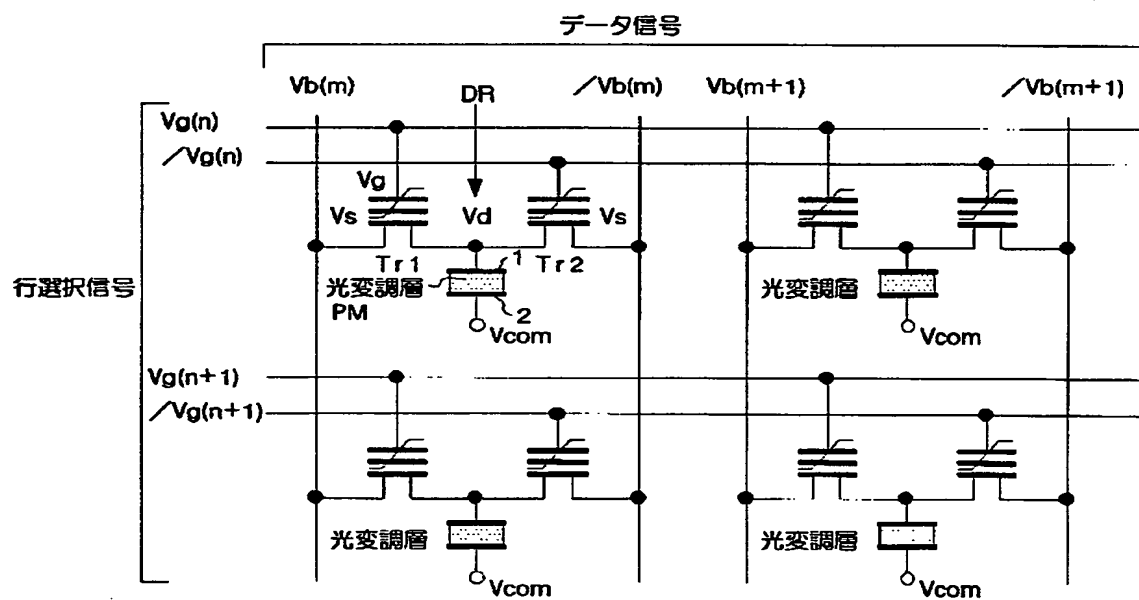
【図17】



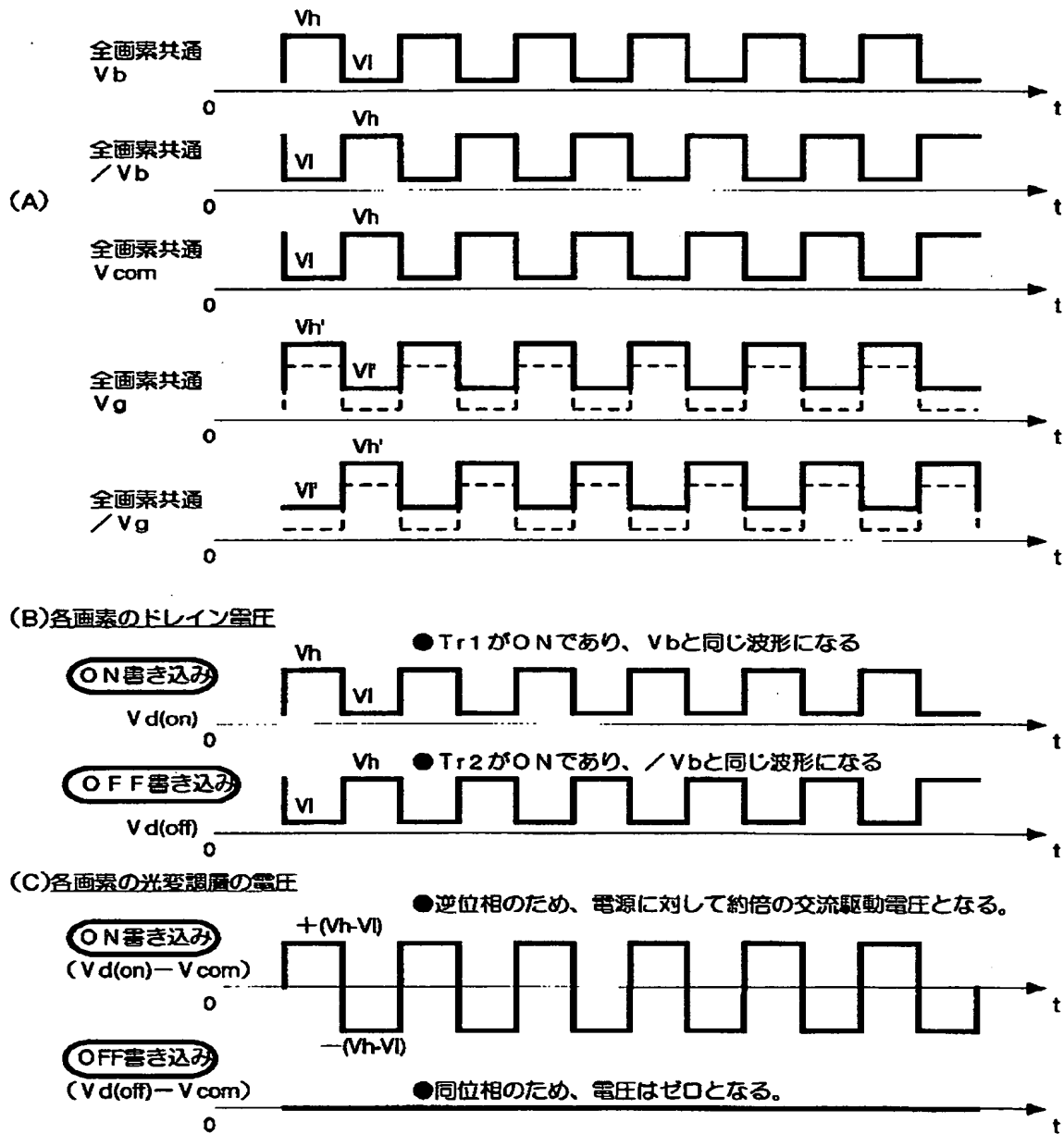
【図18】



【図19】



【図21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1画素当たりの素子数が少なく、メモリー機能を有し、また、高速書込みを可能なしめる、アクティブマトリクス型の光変調素子並びに発光素子を構成する。

【解決手段】 2次元マトリクス構成の複数の画素からなる光変調素子の1画素を構成する画素回路において、光変調層PMを駆動する駆動回路DRを強誘電体ゲートFET (Tr) により構成するものとし、各画素の画素電極1を強誘電体ゲートFET (Tr) のドレインに接続し、対向電極2には電圧Vcomを印加する。そして、マトリクスを構成する同じ列のソース電極とサブストレート電極を共に接続し、列単位でデータ信号Vbを入力する。また、同じ行のゲート電極を共に接続し、行単位で行選択信号Vgを入力する。

【選択図】 図7

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【手数料の表示】

【納付金額】 0円

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼210番地

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100073184

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 BE
NEX S-1 7階 柳田国際特許事務所

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 BE
NEX S-1 7階 柳田国際特許事務所

【氏名又は名称】 佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社